

Здесь и в таблице через λ обозначена удельная электропроводность, n - концентрация лёгких ионов, k - их подвижность, e - элементарный заряд.

	λ_-	λ_+	λ_+ / λ_-	n_-	n_+	n_+ / n_-	k_-	k_+	²²² Rn Бк/м³
	φСм/м			10 ⁹ м ⁻³			10 ⁻⁴ м²/В·с		
Ср.значение	17,7	19,2	1,1	0,66	0,88	1,3	1,93	1,55	13
Ст.отклонение	4.1	4.6		0,27	0,35		0.66	8	9

Как видно, подвижность отрицательных ионов в целом выше, чем у положительных. Регрессионный анализ обнаруживает тенденцию к снижению подвижности лёгких ионов с ростом относительной влажности, более значительное для отрицательных ионов. Можно предположить, что первично образовавшиеся мономолекулярные положительные ионы имеют большое сродство к молекулам водяного пара, активно присоединяя их. Поэтому подвижность положительных лёгких ионов мало зависит от влажности, будучи более низкой в воздухе, содержащем влагу. Таким образом, очевидно, что значительные колебания влажности, характерные для приземной атмосферы, существенно влияют на её электрические характеристики.

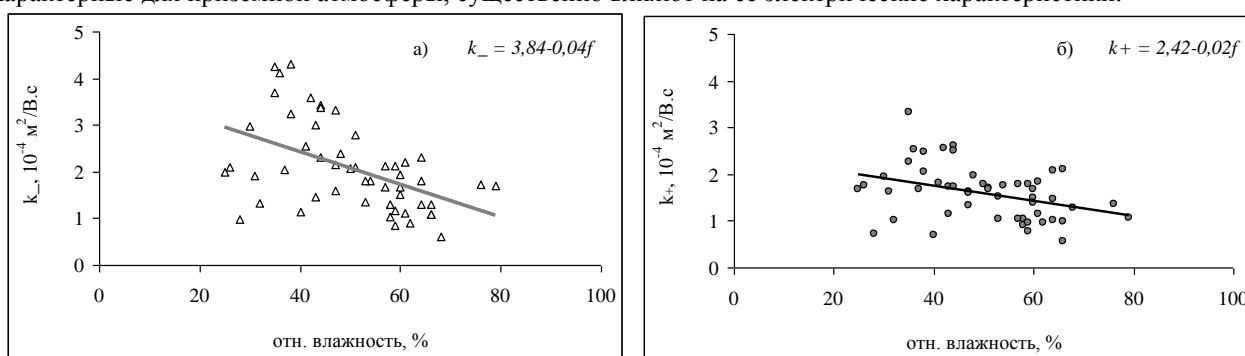


рис.1. Зависимость подвижности отрицательных (а) и положительных (б) лёгких ионов от влажности воздуха по данным экспедиционных измерений (август 2016, Цимлянская научная станция ИФА РАН)

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), грант 16-05-00930 А.

Список публикаций:

[1] Петров А.И., Петрова Г.Г., Панчишкина И.Н., Кудринская Т.В., Петров Н.А. // Известия высших учебных заведений, Сев.- Кав. рег., Естест. Науки. 2010. №3. Стр. 47-52.

Особенности вариаций стратосферного озона в районах сильных землетрясений ($M > 7$) северного полушария

Дергунов Александр Владимирович

Сибирский федеральный университет

Институт инженерной физики и радиоэлектроники

Кашкин Валентин Борисович, д.т.н.

alexanderdergunov94@gmail.com

Природными катастрофами, которые приводят к человеческим жертвам и приносят огромный экономический ущерб территориям, являются землетрясения. Причинами их возникновения являются эндогенные процессы: быстрое смещение литосферных плит во время разрядки упругой деформации напряжённых пород в очаге землетрясения и, как следствие, разрывы в земной коре. Согласно геофизической классификации, по магнитуде землетрясения бывают трех типов: сильные (до $M=9,0$), слабые (до $M=7,0$) и микроземлетрясения (до $M=3,0$). Для классификации в качестве параметра используется также глубина возникновения. Землетрясения подразделяются на нормальные (глубина до 33-70 км), промежуточные (до 300 км) и глубокофокусные (свыше 300 км). В данной работе рассматривались сейсмические события, произошедшие в северном полушарии 17 августа 1999 г. в Турции (г. Измит 40,760° с.ш., 29,970° в.д.) и 12 мая 2008 г. в Китайской провинции Сычуань (31,002° с.ш., 103,322° в.д.) [1]. Эти землетрясения относятся к сильным ($M>7$) и к нормальным по глубине возникновения (13-19 км) от земной поверхности.

Во время сейсмических событий происходит выход литосферных газов в атмосферу, активизируются фотохимические процессы, которые приводят к дополнительному образованию молекул озона [2]. В данной работе вариации озона в очаговой области указанных землетрясений изучались на основе спутниковых данных TOMS/Earth Probe и OMI/Aura [3]. Измерения приборами TOMS и OMI проводились в спектральных диапазонах 320-380 нм и 270-500 нм, соответственно. Пространственное разрешение TOMS–50×50 км, OMI–13×24 км. Сбор информации об ОСО TOMS осуществлял в «ячейке» $1^{\circ} \times 1.25^{\circ}$, а OMI– $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. Значения общего содержания озона (ОСО) представлены в базе NASA за каждый день в области от 89,5° с.ш.-89,5° ю.ш. и 179,5° з.д.-179,5° в.д.

Границы очаговых областей определялись на основе сейсмической информации, представленной в базе USGS (США). Пример вариаций средних значений ОСО в очаговой области землетрясения в Китае (размерами $7.5^{\circ} \times 7^{\circ}$) показан на рисунке 1. Стрелкой обозначена дата землетрясения 12 мая 2008 г., которой соответствует максимальное ОСО равное 298 е.Д. (1 е.Д. = 10^{-5} м). Значение, близкое к данному (285 е.Д.), регистрировалось за 12 дней до сейсмического события. Как видно из рисунка 1, снижение общего содержания озона в очаговой области продолжалось на протяжении 8 дней и составило к 8 мая 264 е.Д. Увеличение ОСО в очаге происходило в течение последующих 4 дней. Над этим районом сформировалось «озоновое облако». Тенденция к уменьшению количества озона наблюдалась до 20 мая (рисунок 1). Возможно, это связано с продолжающейся сейсмической активностью в данном регионе, т.к. по данным USGS [1] за период с 12 по 20 мая здесь было зарегистрировано более 120 афтершоков с $M=4,5$.

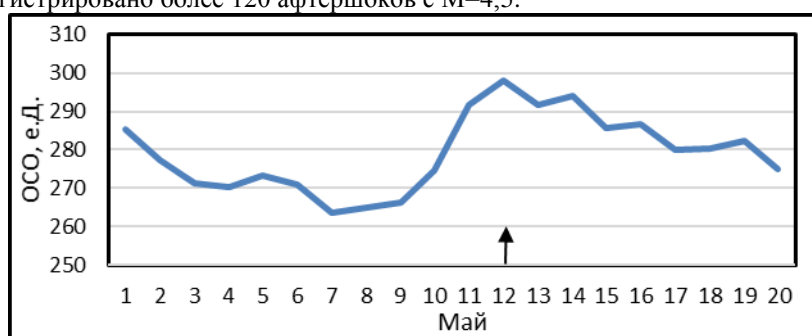


рис. 1. График изменчивости общего содержания озона над очаговой областью китайского землетрясения в мае 2008 г.

Построение и анализ карт ОСО над очаговой областью землетрясения в Китае проводилось с помощью пакета Surfer 8. Озон находится в постоянном движении, участвуя в атмосферных динамических процессах. На рисунке 2 показаны карты распределения ОСО над китайской провинцией Сычуань за 6, 8 и 12 мая 2008 года. На рисунке 2, а за 6 мая видны неоднородности пространственного распределения ОСО над восточной частью горного массива Тибетского плато (по широте от 28,585° с.ш. до 34,950° с.ш. и по долготе от 100,970° в.д. до 104,342° в.д), находящегося под влиянием давления с юга на север Индийской плиты на Евразийскую плиту со скоростью около 50 мм/год. Данный район характеризуется высокой сейсмичностью. В этом районе над горными хребтами регистрируются пониженные значения ОСО до 260 е.Д., а над предгорными районами – повышенные до 275 е.Д. Эта атмосферная ситуация характеризует «континентальный эффект» озона, описанный в [2]. На рисунке 2, б видно, как изменилось состояние озонового слоя за 4 дня до землетрясения. Наблюдаемое явление «континентального эффекта» сохранилось. Однако в очаговой области 8 мая произошло уменьшение ОСО над горными системами (до 250 е.Д.) и предгорными районами (до 264 е.Д.). На рисунке 2, в в день сейсмического события 12 мая наблюдается «озоновое облако» неоднородной структуры с повышенным содержанием ОСО, «накрывшее» очаговую область землетрясения. Время существования «озонового облака» 3 дня. 12 мая над горным массивом восточной части Тибета ОСО увеличилось до 278 е.Д., над предгорьем – до 298 е.Д.

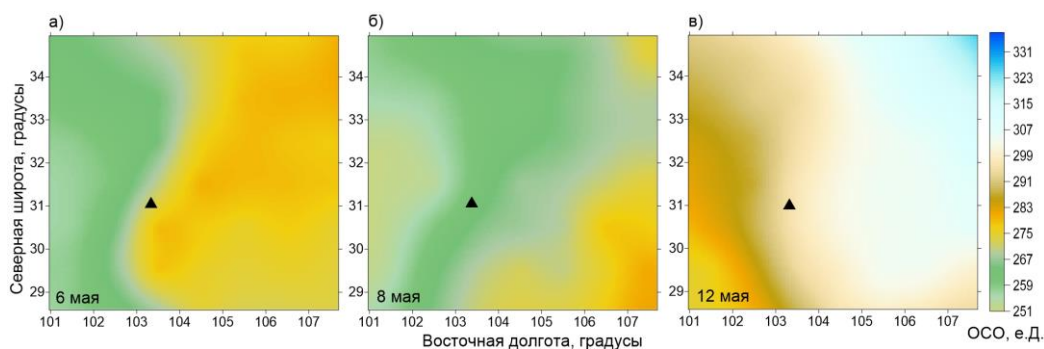


рис. 2. Карты распределения общего содержания озона над очаговой областью китайского землетрясения в 2008г., а) – за 6 мая, б) – за 8 мая, в) – за 12 мая, черным треугольником обозначен эпицентр землетрясения

Таким образом, по данным геофизической базы USGS была определена очаговая область землетрясений в Турции и Китае, в этих зонах изучены вариации ОСО за 10 дней до и после сейсмических событий. На основе анализа карт общего содержания озона обнаружено «озоновое облако» с повышенным ОСО. Над районом китайского землетрясения аномальный объект существовал с 12 по 14 мая, а над районом турецкого землетрясения – с 12 по 16 августа. Исследование состояния озонового слоя над сейсмоактивными зонами требует дальнейшего изучения.

Список публикаций:

- [1] *The United States Geological Survey [Электронный ресурс]. URL: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usp000g650#executive> (Дата обращения: 11.01.2017)*
[2] *Кашкин В.Б. и др.. Стратосферный озон: вид с космической орбиты. Красноярск: СФУ, 2015. 221 с.*
[3] *NASA [Электронный ресурс]. URL: <ftp://jwocky.gsfc.nasa.gov/> (Дата обращения 22.12.2016).*

Вариации диоксида серы в тропосфере и озона в нижней стратосфере во время извержений вулканов весной 2012 года

Краснощёков Константин Вячеславович

Сибирский федеральный университет

Институт инженерной физики и радиоэлектроники

Кашкин Валентин Борисович, д.т.н.

kraspeed1994@gmail.com

Одними из самых мощных геофизических факторов повлиявших на уменьшение озоносферы в XX в. считаются извержения вулканов Эль-Чичон в Мексике (1982г.) и Пинатубо на Филиппинах (1991г.). В результате извержения вулканов Эль-Чичон и Пинатубо в атмосфере было образовано примерно 6-7 Мт и 30 Мт сернистого аэрозоля, соответственно. Необходимо отметить, что из-за инъекции вулканических частиц в атмосферу увеличивается аэрозольная оптическая толщина, ослабляется прямая солнечная радиация на уровне подстилающей поверхности и уменьшается общее содержание озона на 5-10% [1]. Другое аномальное событие в озоновом слое Антарктическая озоновая дыра. Ряд авторов считают, что вулканом, оказывающим влияние на уменьшение озона в полярных широтах южного полушария, является вулкан Эребус (77°32' ю. ш. 167°17' в. д.) [2].

В данной работе изучались концентрации газовых примесей диоксида серы и озона, которые изменялись во время извержений вулканов Этна (37°45'18" с.ш. 14°59'43" в.д.; высота над уровнем моря 3329 м), Стромболи (38°48'14" с.ш. 15°13'24" в.д.; высота - 926м), Килауэа (19°25' с.ш. 155°17' з.д.; высота - 1247м), Попокатепетль (19°01'20" с.ш. 98°37'40" з.д.; высота - 5426м), по спутниковым данным спектрометра OMI (спутник Aura, USA) [3].

Для примера на *рис.1* показаны вариации диоксида серы в тропосфере (*а*) и озона в нижней стратосфере (*б*) над вулканом Этна (Сицилия) с 23 по 26 число в марте и апреле 2012 года. В марте в атмосфере над данной вулканоопасной территорией отсутствовал сернистый аэрозоль, т.е. атмосфера была невозмущенной. 25 апреля произошло извержение вулкана Этна, в тропосфере и нижней стратосфере зарегистрировано наличие продуктов инъекции. На *рис. 1(а, б)* вертикальная шкала характеризует значения общего содержания двуокиси серы и озона, представленные в единицах Добсона (е.Д., 1 е.Д.= 10^{-5} м=2,68*10²⁵ молекул/м³). На горизонтальной шкале *рис. 1(а, б)* показаны измерения газовых примесей за каждый день исследуемого периода. Неравномерность горизонтальной шкалы объясняется тем, что количество измерений общего содержания озона и двуокиси серы, представленное в базе данных [3] за каждый день, не совпадает. Цифрами I и II обозначены графики SO₂ в марте и апреле 2012 года, а III и IV – графики O₃. На *рис. 1* стрелкой отмечена активная фаза вулкана Этна.

Как показано на *рис.1(а)* с 23 по 26 число в марте средняя концентрация SO₂ менее 1 е.Д., и соответствует климатической норме для «спокойной» атмосферы данного региона. В апреле в этот же временной промежуток произошло увеличение содержания окиси серы в 6 раз (до 6 е.Д.). На *рис. 1(б)* видно, что значения ОСО в марте в исследуемый период варьировались незначительно от 353 до 362 е.Д.. 26 апреля, когда происходили выбросы SO₂ в атмосферу, содержание озона существенно уменьшилось до 130 е.Д., что ниже климатической нормы равной 220 е.Д.. Над районом вулкана Этна образовалась аномалия с пониженным содержанием озона. Коэффициент корреляции между рядами SO₂ и O₃ на *рис. 1* равен -0,64.